

Online-Supplement

# Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften: Von der Hypothese zur Theorie

**Online-Supplement:  
Materialien zur Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften**

Cornelia Stiller<sup>1,\*</sup>, Tobias Allmers<sup>2,\*</sup>, Annette Habigsberg<sup>3,\*</sup>,  
Andreas Stockey<sup>3,\*</sup>, Matthias Wilde<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> *Universität Bielefeld*

<sup>2</sup> *Kreisgymnasium St. Ursula Haselünne*

<sup>3</sup> *Oberstufen-Kolleg an der Universität Bielefeld*

\* *Kontakt: Universität Bielefeld,  
Fakultät für Biologie / Biologiedidaktik,  
Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld  
cornelia.stiller@uni-bielefeld.de*

**Zitationshinweis:**

Stiller, C., Allmers, T., Habigsberg, A., Stockey, A., & Wilde, M. (2020). Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften: Von der Hypothese zur Theorie [Online-Supplement: Materialien zur Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften]. *PFLB – PraxisForschungLehrer\*innenBildung*, 2 (2), 28–39. <https://doi.org/10.4119/pflb-3302>

Online verfügbar: 19.02.2020

ISSN: 2629-5628



© Die Autor\*innen 2020. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).  
URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>

## Inhalt

- Material 1:* Arbeitsblatt mit einem Informationstext zu Semmelweis und einigen Aufgaben
- Material 2:* Planung des experimentellen Designs
- Material 3:* Arbeitsblatt zur Reflexion des experimentellen Vorgehens
- Material 4:* Arbeitsblatt mit einem Schema zum Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung
- Material 5:* Arbeitsblatt zur Auswertung und Beschreibung von Tabellen
- Material 6:* Entscheidungstabelle für das Pendelexperiment (Fadenpendel)

## Kindbettfieber und Hygiene

### Dr. Ignaz Semmelweis (1818–1865)

- in Ungarn geboren
- studierte Medizin in Wien und Pest, erhielt 1844 seinen Doktorgrad



Am 1. August 1844 begann Semmelweis als Arzt in der Ersten Geburtshilflichen Abteilung des Allgemeinen Krankenhauses (AKH) in Wien zu arbeiten. Das AKH bestand zu diesem Zeitpunkt aus zwei Kliniken: Klinik 1 und Klinik 2. In Klinik 1 wurden die Patientinnen von Ärzten und Medizinstudenten behandelt und in Klinik 2 von Hebammen und Hebammenschülerinnen. Ärzte und Medizinstudenten aus Klinik 1 führten im Labor des AKH in den Morgenstunden regelmäßig Sektionen an kürzlich Verstorbenen durch. Häufig führte ihr täglicher Arbeitsweg sie direkt vom Labor zu den Untersuchungen der Patientinnen auf Station.

Die Zuteilung der schwangeren Frauen auf die beiden Kliniken erfolgte nach dem Rotationsprinzip. Die schwangeren Frauen fürchteten allerdings Klinik 1 und versuchten, eine Einweisung dorthin zu vermeiden. Der Grund dafür lag in dem zum damaligen Zeitpunkt in Wien offenen Geheimnis, dass in Klinik 1 wesentlich häufiger Frauen nach der Entbindung verstarben. Diese höhere Todesrate von Frauen in Klinik 1 bemerkte auch Semmelweis und versuchte, den Grund dafür zu finden. Frauen in Klinik 1 hatten eine höhere Wahrscheinlichkeit (13–18 %) als Frauen in Klinik 2 (2 %), an Kindbettfieber zu erkranken und daran zu sterben. Es gab verschiedene Überlegungen, womit die höhere Sterberate in Klinik 1 zusammenhängen könnte. Eine Vermutung bestand darin, dass die Patientinnen in Klinik 2 besseres Essen bekämen als in Klinik 1. Diese Vermutung konnte durch eine einfache Überprüfung der tatsächlichen Gegebenheiten nicht bestätigt werden und damit als Ursache für die unterschiedlichen Todesraten ausgeschlossen werden. Des Weiteren wurde der Priester als mögliche Ursache diskutiert. Dieser durchquerte mit seinen klingenden Messdienern immer nur Klinik 1, aber niemals Klinik 2. In der Klinik ging das Gerücht herum, dass die Patientinnen in Klinik 1 durch den Priester dermaßen erschreckt würden, dass sie entkräftet starben. Nachdem Semmelweis den Priester gebeten hatte, seinen Weg zu ändern und auch auf die Messdiener zu verzichten, gab es allerdings keine Veränderung in der Sterberate in Klinik 1. Ein weiterer offensichtlicher Unterschied zwischen beiden Kliniken lag in der Stellung der Gebärenden. In Klinik 1 fand die Endbindung in Rückenlage statt, in Klinik 2 in Seitenlage. Semmelweis ließ für eine Zeit auch die Frauen in Klinik 1 in Seitenlage entbinden. Diese Maßnahme führte allerdings ebenfalls zu keiner Veränderung der Todesrate. Es wurde eine Kommission einberufen, die die Todesfälle untersuchte. Diese kam zu dem Schluss, dass die Ursache der höheren Sterberate in Klinik 1 an dem groben Umgang der Medizinstudenten mit den Patientinnen während der Untersuchungen lag. Dieser Vermutung ging Semmelweis nach. Er konnte allerdings keine Unterschiede im Umgang mit den Patientinnen zwischen Medizinstudenten und Hebammenschülerinnen finden. Im Jahre 1847 zog sich ein Freund und Kollege von Semmelweis (der Leiter der Forensischen Medizin am AKH) bei einer Autopsie einer an Kindbettfieber verstorbenen Frau mit dem Skalpell eine Schnittwunde zu. Er verstarb kurz darauf an einer Blutvergiftung (Sepsis). Semmelweis erkannte kurz danach, dass die Symptome, an denen sein Freund gelitten hatte, denen einer an Kindbettfieber erkrankten Frau sehr ähnlich waren. Er schlussfolgerte daraufhin, dass dieses die gleiche Krankheit sein musste, an der auch so viele junge Mütter verstarben. Weiter zog er den Schluss, dass dann die Krankheit der jungen Mütter dieselbe Ursache haben müsse wie die Krankheit bei seinem Freund. Also musste für das Kindbettfieber eine ähnliche Ursache existieren wie das blutverschmierte Skalpell bei seinem Freund. Er vermutete daraufhin, dass der Umgang mit den toten Körpern während der Autopsien in den Laboren durch die Mediziner und Medizinstudenten dazu führte, dass während der Untersuchung „Leichensubstanz“ auf die in den Wehen liegenden Frauen übertragen wurde. Hebammen und Hebammenschülerinnen waren nicht an Autopsien beteiligt, sodass sich damit die höhere Infektionsrate in Klinik 1 im Vergleich zu Klinik 2 erklären lassen würde. Um diese Vermutung zu untersuchen, setzte er Ende Mai 1847 in der Klinik eine neue Maßnahme durch. Mediziner und Medizinstudenten wurden angewiesen, ihre Hände mit Chlorkalklösung zu waschen, bevor sie die in den Wehen liegenden Frauen untersuchten. Um eine größere Verbindlichkeit herzustellen, führte er die „Politik des öffentlichen Schämens“ ein. D.h., die Namen der behandelnden Ärzte bzw. Medizinstudenten wurden über dem Bett vermerkt, sodass sofort ersichtlich sein würde, wer schuld war, sollte eine Patientin an Kindbettfieber sterben. Als Folge der

Maßnahme, fiel die Sterberate in Klinik 1 rapide auf ca. 2 Prozent ab, und es gab diesbezüglich keine Unterschiede mehr zwischen beiden Kliniken. Durch eine weitere Maßnahme, das Waschen der medizinischen Instrumente mit Chlorkalklösung, konnte die Infektionsrate weiter auf 1 Prozent gesenkt werden.

**Aufgaben:**

- (1) Stelle anhand des Textes das wissenschaftliche Vorgehen von Semmelweis dar. Benutze dabei folgende Begriffe: *Beobachtung/Problem, Fragestellung, Hypothese, Experiment, Ergebnis* und *Interpretation*.
- (2) (a) Notiere Kriterien für die Planung eines Experimentes, die Semmelweis bereits bei der Durchführung seiner Untersuchung berücksichtigt hat.  
(b) Notiere weitere Kriterien, die man noch berücksichtigen sollte.
- (3) Entwerft ein allgemeines Schema zum wissenschaftlichen Vorgehen.

**Quellen:**

Noakes, T.D., Borresen, J., Hew-Butler, T., Lambert, M.I., & Jordaan, E. (2008). Semmelweis and the Aetiology of Puerperal Sepsis 160 Years on: an Historical Review. *Epidemiology and Infection*, 136 (1), 1–9.

Best M., & Neuhauser D. 2004. Ignaz Semmelweis and the Birth of Infection Control. *Quality & Safety in Health Care*, 13, (3), 233–234. <https://doi.org/10.1136/qhc.13.3.233>. PMID 15175497. PMC 1743827 (freier Volltext).

**Bildquelle:**

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ignaz\\_Semmelweis\\_1857\\_with\\_signature.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ignaz_Semmelweis_1857_with_signature.jpg)

**Erwartungshorizont:**

- (1) Entwerft anhand des Textes eine Übersicht, in der ihr das wissenschaftliche Vorgehen von Semmelweis darstellt. Benutzt dabei folgende Begriffe: Beobachtung, Problem, Hypothese, Experiment/Untersuchung, Ergebnis und Interpretation.

Beobachtung/ Problem: höhere Sterblichkeit aufgrund von Kindbettfieber in Klinik 1 als in Klinik 2

Fragstellung: Warum ist die Infektionsrate in Klinik 1 größer als in Klinik 2?

Hypothese 1: In Klinik 2 gibt es besseres Essen als in Klinik 1.

Untersuchung 1: Vergleich Essen in Klinik 1 und 2

Ergebnis 1: keine Unterschiede

Schlussfolgerung: Essen ist nicht Ursache für die höhere Sterblichkeit.

usw.

- (2) (a) Notiere Kriterien für die Planung eines Experimentes, die Semmelweis bereits bei der Durchführung seiner Untersuchung berücksichtigt hat.
- *Er variiert immer nur einen Faktor.*
- (b) Notiere weitere Kriterien, die man noch berücksichtigen sollte.
- *Mehrere Wiederholungen*
  - *Nullprobe/ Kontrollgruppe*
- (3) Entwerft ein allgemeines Schema zum wissenschaftlichen Vorgehen.  
*Siehe: Abbildung 3 im Beitrag.*

## Planung des experimentellen Designs

### Vorüberlegungen

- Welche Daten sollen erhoben werden?
- Welcher Faktor wird variiert?
- Welche Faktoren werden konstant gehalten?
- Was ist sonst noch zu beachten?

### Versuchsanleitung

- Welche Materialien und Geräte werden benötigt?
- Wie ist der Versuchsaufbau?
- Versuchsdurchführung
  - Welche einzelnen Schritte sind durchzuführen?
  - Worauf ist zu achten?

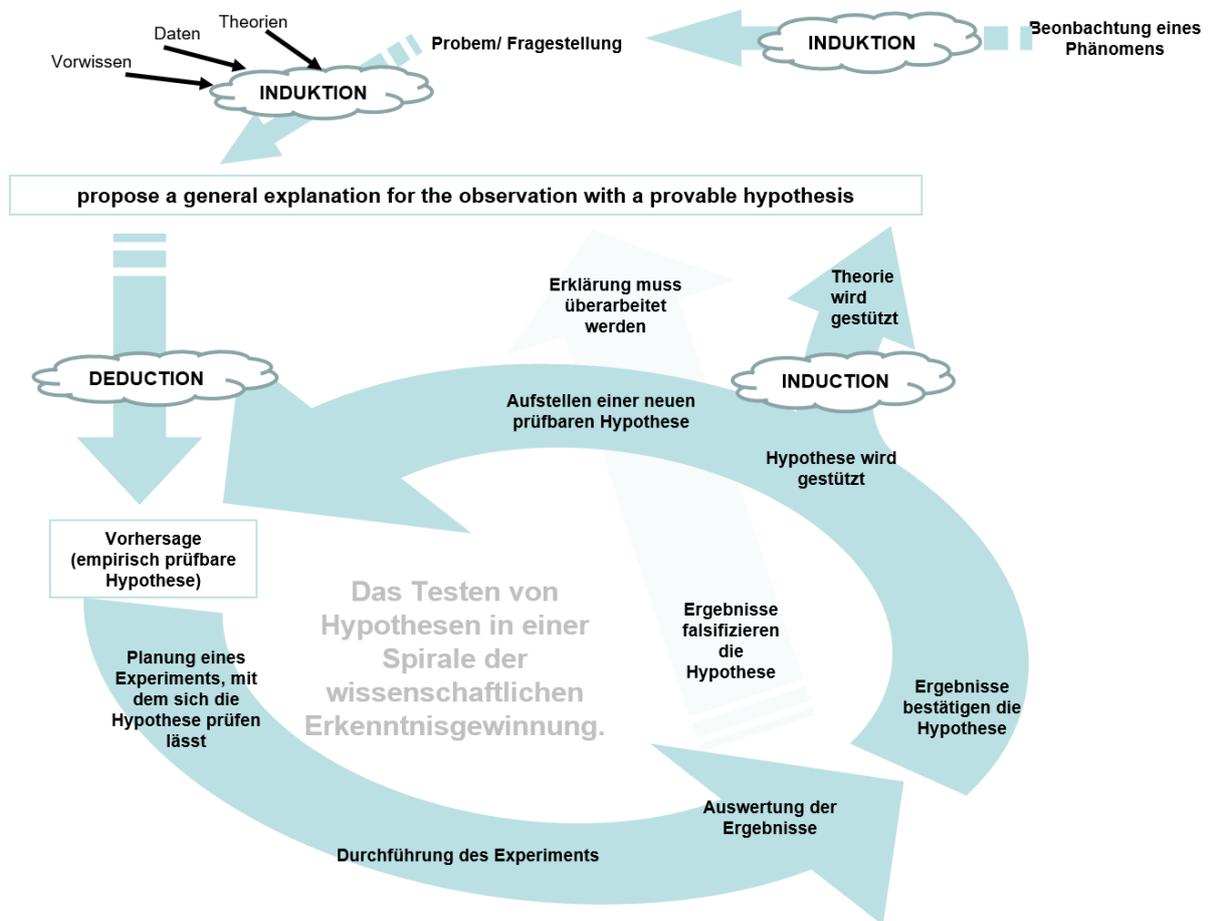
### Datentabelle

- Wie sollte die Datentabelle aussehen?

## Reflexion der experimentellen Konzeption

Welche <b>Fragestellung</b> soll mithilfe der experimentellen Untersuchung bearbeitet werden?	
Welche <b>Vermutung (Hypothese)</b> bezüglich der Beantwortung der Fragestellung soll überprüft werden?	
Welche <b>alternative Vermutung (Hypothese)</b> wäre denkbar?	
Durch welches <b>experimentelle Vorgehen</b> soll die Hypothese überprüft werden?	
Welche <b>Ergebnisse</b> müsste die experimentelle Untersuchung ergeben, damit die zu überprüfende <b>Hypothese</b> dadurch <b>unterstützt</b> würde?	
Welche <b>Ergebnisse</b> müsste die experimentelle Untersuchung ergeben, damit die zu überprüfende <b>Hypothese</b> dadurch <b>widerlegt</b> (falsifiziert) würde?	
Welche <b>Ergebnisse</b> müsste die experimentelle Untersuchung ergeben, damit die <b>alternative Hypothese</b> dadurch <b>unterstützt</b> würde?	

## Hypothetisch-deduktiver Erkenntnisgang



### Aufgaben:

- (1) Erläutere die Begriffe *Fragestellung*, *Hypothese*, *Theorie*, *Induktion* und *Deduktion*.
- (2) Erläutere anhand der Abbildung das Vorgehen bei einem „idealen“ hypothetisch-deduktiven Erkenntnisprozess.

## A Jahre 1841–1846

**Aufgaben (in 2- bis 3er-Gruppen)**

- (1) Diskutiert, wie sich die Daten aus der Tabelle in einem Diagramm darstellen lassen und erstellt ein Diagramm (z.B. als Plakat, in einem Tabellenkalkulationsprogramm).
- (2) Begründet, warum ihr euch für diese Art der Darstellung entschieden habt.
- (3) Beschreibt das Diagramm unter Rückbezug auf euer Wissen aus dem Text zu Semmelweis.

Jahr	Abteilung für Ärzte			Abteilungen für Hebammen		
	Gebur- ten	Todes- fälle	Anteil Todesfälle (in %)	Gebur- ten	Todes- fälle	Anteil Todesfälle (in %)
1841	3036	237	7,81	2442	86	3,52
1842	3287	518	15,76	2659	202	7,60
1843	3060	274	8,95	2739	164	5,99
1844	3157	260	8,24	2956	68	2,30
1845	3492	241	6,90	3241	66	2,04
1846	3352	459	13,69	3754	105	2,80
<b>Ge- samt</b>	19384	1989	10,26	17791	691	3,88

## B Jahre 1846 und 1847

**Aufgaben (in 2- bis 3er-Gruppen)**

- (1) Diskutiert, wie sich die Daten aus der Tabelle in einem Diagramm darstellen lassen und erstellt ein Diagramm (z.B. als Plakat, in einem Tabellenkalkulationsprogramm).
- (2) Begründet, warum ihr euch für diese Art der Darstellung entschieden haben.
- (3) Beschreibt das Diagramm unter Rückbezug auf euer Wissen aus dem Text zu Semmelweis.

<b>1846</b>				<b>1847</b>			
<b>Monat</b>	<b>Geburten</b>	<b>Todesfälle</b>	<b>Anteil Todesfälle (in %)</b>	<b>Monat</b>	<b>Geburten</b>	<b>Todesfälle</b>	<b>Anteil Todesfälle (in %)</b>
<b>Januar</b>	336	45	13,39	<b>Januar</b>	311	10	3,22
<b>Februar</b>	293	53	18,09	<b>Februar</b>	312	6	1,92
<b>März</b>	311	48	15,43	<b>März</b>	305	11	3,61
<b>April</b>	253	48	19,97	<b>April</b>	312	57	18,27
<b>Mai</b>	305	41	13,44	<b>Mai</b>	294	36	12,24
<b>Juni</b>	266	27	10,15	<b>Juni</b>	268	6	2,24
<b>Juli</b>	252	33	13,10	<b>Juli</b>	250	3	1,20
<b>August</b>	216	39	18,06	<b>August</b>	264	5	1,89
<b>September</b>	271	39	14,39	<b>September</b>	262	12	4,58
<b>Oktober</b>	254	38	14,96	<b>Oktober</b>	278	11	3,96
<b>November</b>	297	32	10,77	<b>November</b>	246	11	4,47
<b>Dezember</b>	298	16	5,37	<b>Dezember</b>	273	8	2,93

## Entscheidungstabelle für das Pendelexperiment

(zusammengestellt und ergänzt nach Watson & Wood-Robinson, 1998, und Wellington & Ireson, 2008)

Entscheidung	Was muss entschieden werden?	Wer entscheidet? (L / L&S / S)
Fragestellung	Wovon hängt die Periodendauer eines Fadenpendels ab?	L&S
Hypothese	H1: Die Periodendauer ist abhängig von der Masse des Pendels. H2: Die Periodendauer ist abhängig von der Länge des Fadenpendels. H3: Die Periodendauer ist abhängig vom Auslenkungswinkel des Pendels.	L&S
Untersuchungskonzept	Experimentelle Bestimmung der Periodendauer bei unterschiedlichen Pendelmassen (H1), Fadenlängen (H2) oder Auslenkungswinkeln (H3).	L&S
Konkrete Durchführung	Messen der Periodendauer	L&S
Anzahl der Wiederholungen	3-6 Wiederholungen pro Pendelmasse (H1), Fadenlänge (H2) oder Auslenkungswinkel (H3)	L&S
Unabhängige Variable	Pendelmasse (H1), Fadenlänge (H2) oder Auslenkungswinkel (H3)	L&S
Untersuchungsspektrum	H1: 30–300g, H2: 0,2–3m, H3: 10°–90°	L&S
Anzahl der Intervalle	9	L&S
Abhängige Variable	Periodendauer T [s]	L&S
Messung der abhängigen Variable	Stoppuhr	L&S
Analyse der Daten	Berechnung der Mittelwerte, Ausgleichskurve	L
Darstellung der Daten	Diagramm mit Pendelmasse (H1), Fadenlänge (H2) oder Auslenkungswinkel (H3) auf der Abszisse und Periodendauern auf der Ordinate	L&S
Prüfung der Hypothese(n)	Bestätigung oder Widerlegung?	L&S

### Quellen:

Watson, R., & Wood-Robinson, V. (1998). Learning to Investigate. In M. Rattliffe (Hrsg.), ASE Guide to Secondary Science Education (S. 84–91). Cheltenham, UK: Stanley Thornes Publ. LTD.

Wellington, J., & Ireson G. (2008). *Science Learning, Science Teaching*. London: Routledge.